**1Н**

**УДК 681.3(03)**

***В.А. Настасенко, Е.В. Настасенко***
Херсонская государственная морская академия, Украина
Украина, 73000, г. Херсон, пр. Ушакова, 20

# Системы искусственного интеллекта и возможности их связи с процессами творческого мышления

***V.A. Nastasenko, E.V. Nastasenko***
*Kherson State Maritime Academia, Ukraine*
*Ukraine,73000, c. Kherson, Ushakova st., 20*

# *Artificial Intelligence Systems and possibility of Their Connection with Creative Thinking Processes*

***В.О. Настасенко, О.В. Настасенко***
Херсонська державна морська академія, Україна
Україна, 73000, м. Херсон, пр. Ушакова, 20

# Системи штучного інтелекту і можливості їх зв’язку з процесами творчого мислення

В статье обоснован новый концептуальный подход определения процессов творческого мышления и их реализации в системах искусственного интеллекта. Показано, что творческим является получение новых данных, не имеющих явных и очевидных связей с элементами исходной информации. Созданы новые структурные схемы, поясняющие эти процессы и возможности их реализации.
**Ключевые слова:** творческое мышление, системы искусственного интеллекта, структурные связи и схемы.

The new conceptual approach for defining the processes of creative thinking and their realization in the artificial intelligence systems is substantiated in the paper. It is shown that creative is receiving new information, not having obvious and evident connections with the elements of initial information. New structural explainning these processes and possibilities of their realization, are created.
**Key words:** creative thinking, artificial intelligence systems, structural connections and charts.

У статті обґрунтований новий концептуальний підхід визначення процесів творчого мислення і їх реалізації в системах штучного інтелекту. Показано, що творчим є отримання нових даних, що не мають явних і очевидних зв’язків з елементами початкової інформації. Створені нові структурні схеми, що пояснюють ці процеси і можливості їх реалізації.
**Ключові слова:** творче мислення, системи штучного інтелекту, структурні зв’язки і схеми.

## Введение. Постановка проблемы и ее анализ

Известно, что продуктом мышления высшего уровня сложности, например, изобретательского, является создание технических решений, обладающих мировым уровнем новизны и неочевидностью, что определено Законом об изобретении [1]. Решение такой же проблемы нахождения новых неочевидных решений в системах искусственного интеллекта имеет большой интерес, в том числе для оценки перспектив их дальнейшего развития. Известные системы искусственного интеллекта высокого уровня предусматривают нахождение возможных решений при отсутствии полного набора требуемой для этого информации, что приближает их к системам творческого

(креативного) мышления индивида [2]. Однако решение задачи приближения систем искусственного интеллекта к системам творческого мышления индивида связано с большим количеством трудностей, поскольку проблема мышления до сих пор еще не имеет однозначного толкования и охватывает широкий диапазон: от логическо-альтернативного до интуитивного [3]. Поэтому лишь полное понимание сущности творческой компоненты в мышлении позволит облегчить понимание сущности и механизма создания искусственного интеллекта, что требует комплексного подхода к решению данных проблем. Учитывая, что они затрагивают основы современных научных знаний о человеке и системах искусственного интеллекта, их точное решение является принципиально важным и составляет большой научный и практический интерес, который требует постоянного обновления, в том числе – с учетом последних достижений науки и техники в данной сфере исследований.

**Целью данной работы** является обоснование принципов мышления как процесса творческого анализа и синтеза новых решений с последующей реализацией этих возможностей в системах искусственного интеллекта. Научная новизна работы заключается в новом системном подходе для разработки данных принципов.

# Обоснование принципиальной возможности решения поставленной проблемы

Проблема творчества, хотя и выделилась в самостоятельную к концу XIX века, волнует человечество с древних времен и актуальна в настоящее время, при этом в ее решении различают философский и психологический подходы. Поскольку второй подход более близок к пониманию творчества как механизма процесса мышления, его применение в системе создания искусственного интеллекта признано авторами более предпочтительным. Несмотря на многочисленные исследования [3], вопрос понимания и толкования творческой компоненты мышления по-прежнему остается открытым – она сводится к феноменальной, обусловленной озарением (инсайтом). Однако такие подходы сводят творчество к сфере подсознания, а в материальных системах искусственного интеллекта более рациональна причинно-следственная связь составляющих элементов и создание на их базе гипотез, представляющих дедуктивно-математические построения, содержащие ожидания и установки для вывода новых решений, которые связывают ожидания с предположениями.

Для систем искусственного интеллекта такой подход является математически сложным. Кроме того, он не дает полной картины, поскольку может упустить «фоновые» решения в рамках схемы, показанной на рис. 1, где главные объекты – человеческие лица, а вместе они создают «фон» – вазу. Следует также учесть, что описанный выше подход приемлем только для программирования узкого круга решаемых задач, а каждый новый их круг или тип требует своей постановки и математического моделирования.

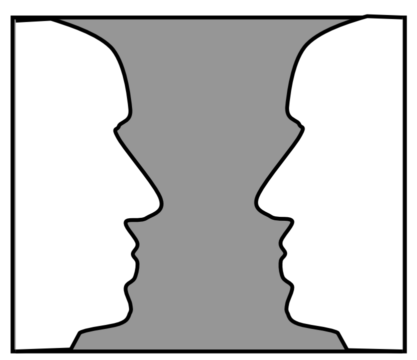


Рисунок 1 – Возможности связи объектов и фона в психологии мышления человека

Учитывая сложность и недостаточную эффективность рассмотренной выше системы, целесообразен поиск новых подходов, что является главной задачей данной работы. В основу поиска положен анализ известных методов и новое толкование творчества, предложенное в работах [4], [5].

Исходным принято толкование творчества, приведенное в [6] – официальном представителе отечественной науки эпохи социализма, это «уникальная по характеру осуществления и по результатам общественно-полезная созидательная деятельность, неповторимая и оригинальная в общеисторическом плане». Однако такое определение не может быть взято за основу для создания систем искусственного интеллекта. Для советских философов тех времен [7] творчество – это «деятельность, порождающая нечто качественно новое, ранее не бывшее». Для советских педагогов [8] творчество – это «сознательная, целеполагающая, активная деятельность человека, направленная на познание и преобразование действительности, создающая новые, никогда ранее не существовавшие предметы, произведения и т.д., в целях совершенствования материальной и духовной жизни общества». Для советских психологов [9] это «мышление в его высшей форме, выходящее за пределы требуемого для решения возникшей задачи уже известными способами».

В работе [10] разработана «полная структура творческого процесса, для составления реального открытия в науке, технического изобретения или художественного произведения», что определяет их как акты единого характера. При этом разделение творчества по сферам деятельности индивида можно исключить, поскольку оно присуще каждой из сфер. Сам процесс творчества включает 5 основных этапов: 1) формулировку проблемы, 2) выдвижение и реализацию гипотез (исследование), 3) инсайт – понимание принципа решения, 4) выражение найденного решения, 5) его реализацию. Однако творческий потенциал в [10] оценивается в соответствии с устаревшими критериями, принятыми в патентной экспертизе – по оригинальности (новизне), разработанности (качеству), а личность – по ее продуктивности. Новый подход, с учетом современных критериев патентной экспертизы [1], [5], при этом не был учтен. Таким образом, до настоящего времени основным критерием творчества является его новизна, что, например, затрудняет признание творчеством решение учебных задач, которые новы для конкретного учащегося, но уже известны миллионам других, решивших их ранее.

Таким образом, ни одно из приведенных выше определений не может быть положено в основу создания систем искусственного интеллекта. Однако определение творчества как процесса создания нового, которое не вытекает очевидным или явным образом из ранее известного, данное в работе [4], позволяет выделить в нем главные компоненты, поддающиеся принципам формализации – не только новизну, но и неочевидность, что согласуется с признаками изобретательства [1], [5]. При этом новизна и неочевидность могут иметь разные уровни, среди которых самый высокий – у научных открытий, а более низкий – в учебных задачах. В рамках толкования неочевидности элементы А и Б должны давать некий «сверхсуммарный» эффект, который не вытекает автоматически из их сложения. Простейшей иллюстрацией этого могут служить 2 спички, которые отображают числа, показанные на рис. 2.

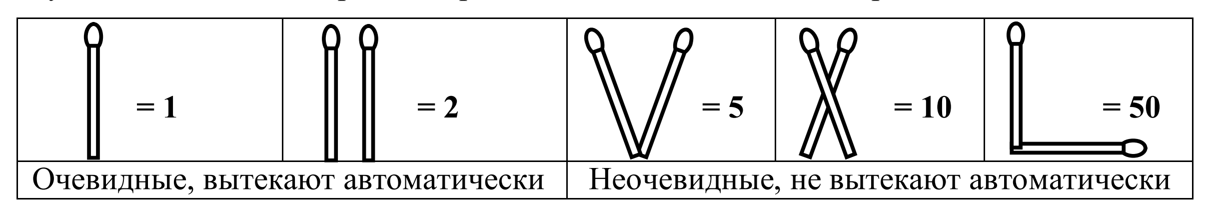



Рисунок 2 – Сравнение очевидных и неочевидных решений в процессе мышления

Условно выразить творческое ($ТМ^+$) и нетворческое ($ТМ^0$) мышление можно следующими зависимостями:

$$ТМ^0 = А + Б; \quad (1)$$

$$ТМ^+ = (А + Б)^+; \quad (2)$$

Схематическое представление процессов творческого ТМ$^+$ и нетворческого ТМ$^0$ мышления показано на рис. 3.

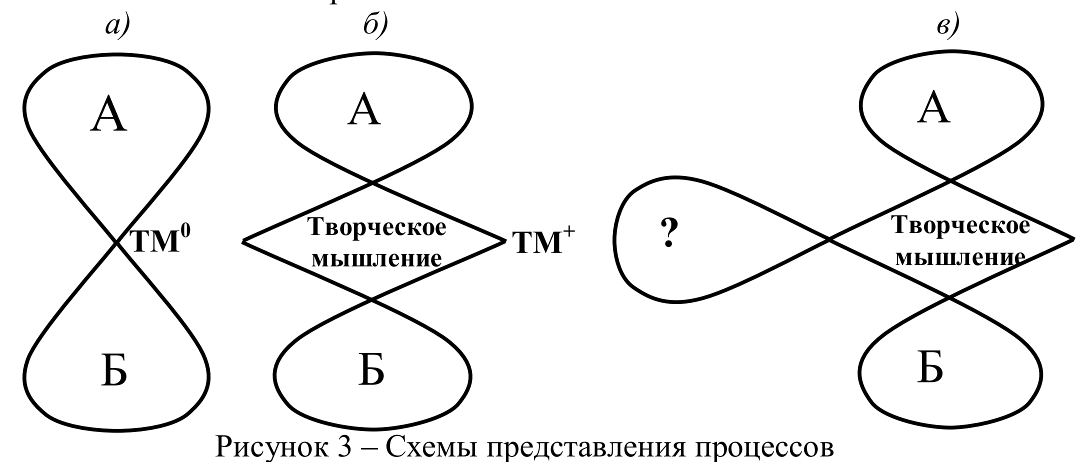



Рисунок 3 – Схемы представления процессов творческого и нетворческого мышления

Анализ схем, приведенных на рис. 3 а), б) показал, что творческое мышление появится тогда, когда объекты А и Б будут достаточно далеки друг от друга по своим свойствам и признакам, и чем полярнее они будут, тем выше будет уровень творчества и неочевидности общих решений, что следует учитывать при создании систем искусственного интеллекта. Еще большие возможности для расширения поля творческого мышления дает добавление хотя бы одного нового элемента (рис. 3 в).

Однако предложенные на рис. 3 схемы не поясняют процессы выбора новых творческих решений, что позволяет сформулировать их как следующую задачу для создания систем искусственного интеллекта.

# Разработка новой схемы выбора творческих решений для систем искусственного интеллекта

Наиболее простым, но и наиболее трудоемким вариантом формирования новых технических решений является использование метода морфологического анализа и синтеза, разработанного еще в 1942 году Ф. Цвикки и используемого для решения многих изобретательских задач [11]. Главной особенностью метода является то, что он предусматривает переход от неупорядоченного множества возможных решений к упорядоченному, при этом используются простые исходные элементы и устанавливаются все возможные связи между ними и полученными решениями, которые объединяются в систему матриц для поиска из них окончательных решений. При составлении матрицы выделяют $n$ морфологических признаков, которые являются ее строками, а каждый признак в строке наделяют $k_i$ числом различных вариантов, которые формируют столбцы матрицы (здесь $i$ – порядковый номер морфологического признака, который изменяется от 1 до $n$). Полное число решений $N$ в этом случае будет представлено произведением $k_i$ вариантов каждой из $n$ строк морфологических признаков:

$$N = k_1 \cdot k_2 \cdot \ldots \cdot k_i \cdot \ldots \cdot k_n = \prod_{i=1}^{n} k_i \qquad (3)$$

Достоинством метода является охват всех возможных вариантов решений, недостатком – слишком большое общее количество возможных вариантов решений. Например, для матрицы из $n = 10$ морфологических признаков, каждый из которых имеет $k_i = 10$ вариантов, общее число $N$ возможных решений составит $N = 10^{10}$ комбинаций, что дает представление о сложности решаемой таким методом задачи.

Пример применения метода морфологического анализа и синтеза для решения изобретательских задач приведен в патенте [12], при разработке элементов крепления пластин для режущих инструментов. У пластин были выделены 2 морфологических признака – верхняя и нижняя опорные поверхности ($n$ = 2), для каждой из которых были выделены 3 варианта исполнений – плоская, с выемкой, с выступом ($k_i$ = 3), что дает общее число $N$ возможных решений:

$$N = k_1 \cdot k_2 = 3^2 = 9 \tag{4}$$

Матрица и полученные на ее базе конструктивные исполнения приведены на рис. 4.

| Морфологические признаки | Варианты морфологических признаков | Комбинации вариантов исполнений пластин |
|---|---|---|
| Верхняя поверхность<br><br>Нижняя поверхность | плоская, с выемкой, с выступом<br><br>плоская, с выемкой, с выступом | |

Рисунок 4 – Матрица и комбинации вариантов исполнений режущих пластин

Удвоение количества выемок и выступов на каждой поверхности привело к увеличению количества комбинации вариантов исполнений пластин до $N$ = 81, что также выполнено в патенте [12].

Анализ матрицы и комбинаций вариантов исполнений пластин, приведенных на рис. 4, показал, что поиск возможных технических решений может быть совершен за счет 3 видов волн частотных импульсов и их комбинаций (рис. 5), которые могут быть отражены комбинациями двоичных кодов.

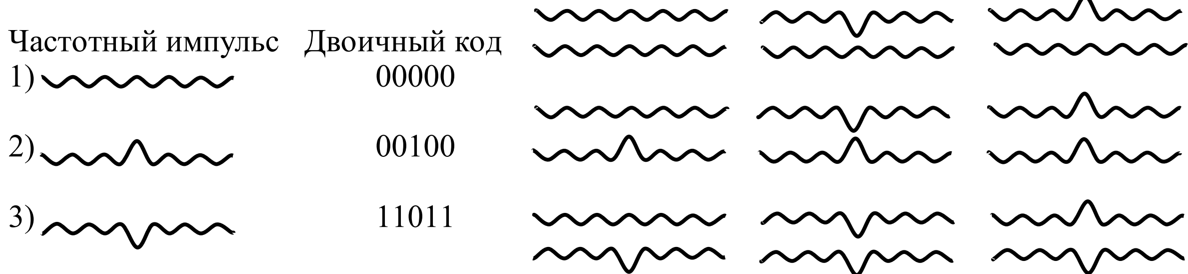



Рисунок 5 – Волновое представление комбинаций вариантов технических решений

Для пластин с двумя впадинами и выступами на верхней поверхности и на основании представление частотных импульсов и двоичных кодов показано на рис. 6.

| Частотный импульс | Двоичный код | Частотный импульс | Двоичный код | Частотный импульс | Двоичный код |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 00000 | | |
| | 01000 | | 00010 | | 01010 |
| | 10111 | | 11101 | | 10101 |

Рисунок 6 – Волновое и цифровое представление исходных видов сложных импульсов

Анализ исполнений пластин, показанных на рис. 4, и волновых частот, показанных на рис. 5, показал, что среди них может быть выделена пластина с двумя выемками. Они ведут к уменьшению прочности пластины, поэтому психологически,

в рамках инерции мышления, конструктор выберет пластину потолще либо выемки поменьше (рис. 7 а), а в итоге – отбросит такое исполнение, как неудачное решение. Частотному импульсу «все равно» (рис. 7 б), а если еще ввести функцию усиления импульса (рис. 7 в), то появится новое техническое решение – пластина с отверстием (рис. 7 г), которой раньше не было в исходных вариантах исполнений (рис. 4).

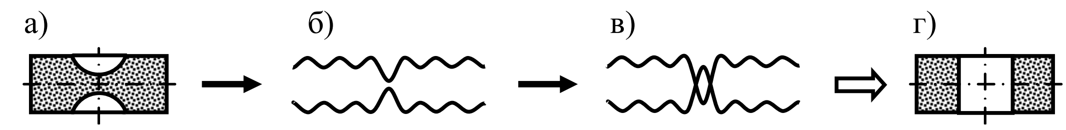



Рисунок 7 – Трансформация технических решений с помощью частотного импульса

Кроме того, в системе, показанной на рис. 5, импульсы и их двоичные коды могут быть асимметричными (рис. 8), что также приведет к новым техническим решениям.

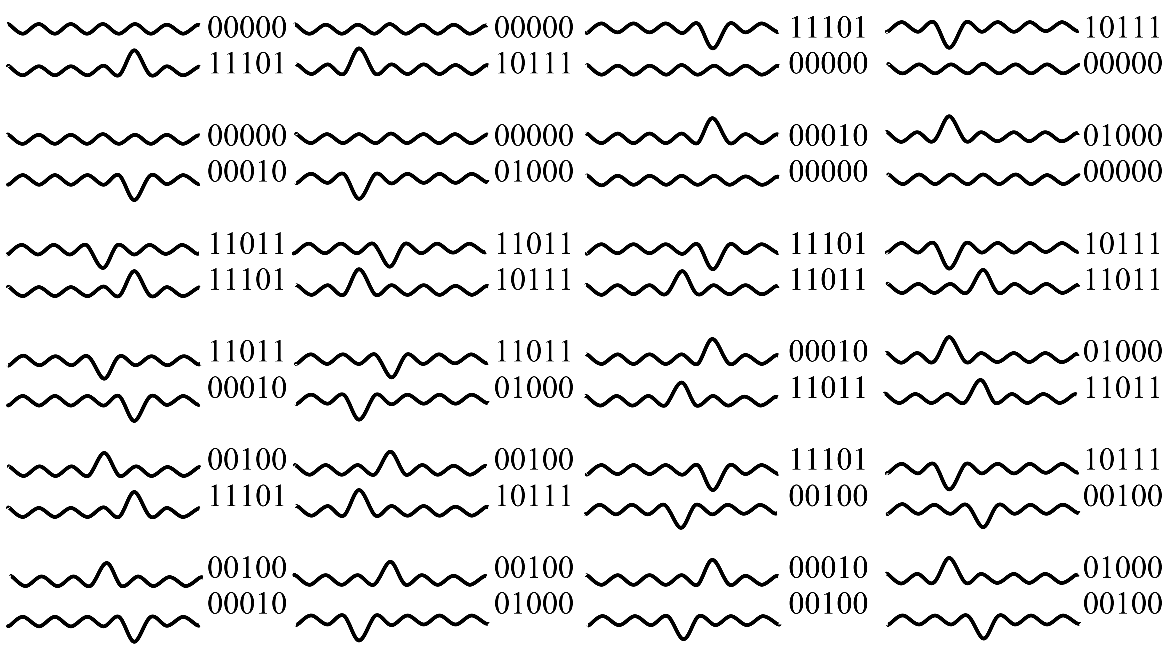



Рисунок 8 – Формирование ассиметричных систем частотных импульсов

Кроме асимметрии впадин и выступов, возможен новый «сверхсуммарный» эффект – появление асимметрично расположенных отверстий, в том числе – конических, что явно вытекает при усилении частотного импульса. Для таких отверстий требуется изменение конструкций нескольких видов режущих инструментов, где применяются подобные пластины, что также ведет к созданию новых изобретений.

Подобным образом могут быть представлены любые комбинации частотных импульсов и их цифровых кодов, а этап инсайта – творческой компоненты процесса мышления [10], может быть интерпретирован с их помощью. Поиск новых решений может производиться в интервале разности между частотами импульсов одного и другого объекта, и чем шире этот диапазон, тем больше возможностей появляется для получения новых оригинальных «сверхсуммарных» комбинаций. Такая форма представления данных упрощает процесс поиска новых творческих решений и его программирование для систем искусственного интеллекта. При этом нет нужды в переборе всех возможных вариантов для выбора лучших решений путем матричных комбинаций, поскольку заранее может быть локализована предполагаемая зона из наилучших сочетаний комбинаций импульсов или их двоичных цифровых кодов, для которых возможно формирование запросов и получение откликов в памяти ПК и

в базах данных. Противоположные комбинации частотных импульсов и цифровых кодов могут быть использованы для поиска «фоновых» решений, которые сложно найти традиционными методами программирования интеллектуальных систем. В созданных на базе частотных импульсов и их цифровых кодов новых исполнениях режущих пластин, приведенных на рис. 7 и 8, достаточно простым путем получен сверхсуммарный эффект, характерный для изобретательского уровня, относящегося к высшим уровням творческого мышления. Эти результаты позволяют повысить креативный уровень создаваемых на базе предлагаемого способа интеллектуальных систем.

## Выводы

Проведенные в данной работе исследования позволяют заключить, что:

1. Процесс мышления индивида может быть представлен как комбинации сочетаний волн частотных импульсов, что подтверждают осциллограммы работы мозга. При этом возможно формирование запросов и получение откликов в памяти, в том числе ПК, в виде частотных импульсов с одинаковыми параметрами, в рамках которых возможно возникновение резонансных явлений, усиливающих импульс.

2. Предполагаемая схема частотных импульсов и их двоичных кодов, а также схема формирования на их базе запросов и откликов может быть использована для создания упрощенных систем искусственного интеллекта, имеющих высокий уровень креативности. Поиск оптимальных и новых технических решений при этом также может быть упрощен за счет перехода от программных систем к резонансным волновым частотным системам и их цифровым кодам.

## Литература

1. Закон Украины об изобретении и полезной модели [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3687-12
2. Рассел Стюарт. Искусственный интеллект: современный подход : пер. с англ. / Рассел Стюарт, Норвиг Питер. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2006. – 1408 с.
3. Ярошевский М.Г. История психологии / Ярошевский М.Г. – М. : Академия, 1997. – 416 с.
4. Настасенко В.А. Творчество как процесс принятия неочевидных решений / Настасенко В.А. // ЭВРО. – Волгоград : НТО «Эвристика». – 1995. – № 1. – С. 24-27.
5. Настасенко В.А. Метод решения неочевидных задач в изобретательском тренинге. // Актуальные проблемы фундаментальных наук : труды Второй международной научно-технич. конф. – М. : МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1994. Т. – VII. – С. В-31 – В-35.
6. Большая Советская Энциклопедия / [гл. ред. А.М. Прохоров]. – М. : Сов. энциклопедия. – Т. 24. - С. 346.
7. Философский энциклопедический словарь / [ред. кол. С.С. Аверичев и др.]. – М. : Сов. энциклопедия, 1989. – 815 с.
8. Краткий педагогический словарь пропагандиста / [под общ. ред. М.И. Кондакова, А.С. Вишнякова]. – М. : Политиздат, 1988. –367 с.
9. Платонов К.К. Краткий словарь системы психологических понятий / [Платонов К.К.]. – М. : Высшая школа, 1984. – 174 с.
10. Матюшкин А.М. Творческий потенциал одаренности: структура и развитие. Ежегодник Российского психологического общества / А.М. Матюшкин // Материалы I Всероссийской конференции по психологии «Психология сегодня». – М. : РПО, 1986. – Т. 2. – Вып.1. – С.122-123.
11. Настасенко В.А. Морфологический анализ – метод синтеза тысяч изобретений / Настасенко В.А. – К. : Техніка, 1994. – 44 с.
12. Патент Российской Федерации на изобретение № 2134184. МПК В23 F 21/16. Сменная режущая пластина. Заявка № 98100805/08 от 15.01.98. Авт. изобр. Настасенко В.А. //БИ 1999. № 22 от 10.08.99.

## Literatura

1. Zakon Ukrainy ob izobretenii i poleznoj modeli. http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3687-12
2. Rassel Stuart, Norvig Piter. Iskysstvennuj intellect; sovremennuj podhod. – Per. s angl. –M.: “Viljams”. 2006. - 1408 s.

3. Jaroschevskij M.G. Istorija psihologii. – M.: Musl, 1976. – 463 s.
4. Nastasenko V.A. // EVRO. –Volgograd: NPO "Evristika". 1995, № 1. s 24-27.
5. Nastasenko V.A. // Aktualnue problemy fundamentalnuh nauk / Trudy Vtoroj Megdunarodnoj Nauchno-Tehnich. Konf. –M.: MGTU im N.E.Baumana. 1994. T.VII. -s. B-31 –B-35.
6. Bolshaja Sovetskaja Enciklopedia /Gl. red. A.M.Prohorov. – M.: Sov. Enciklopedia. T. 24, -s.346.
7. Filosofskij Enciklopedicheskij slovar. /Red. kol. S.S.Averichev i dr. -M.: Sov. Enciklopedia. 1989. -815 s.
8. Kratkij pedagogicheskij slovar propagandista /Pod red. M.I.Kondakova i A.S.Vischnjakova. – M.: Politizdat, 1988. -367 s.
9. Platonov K.K. Kratkij slovar sistemy psihologicheskih ponjatij. –M.: Vusch. Shk. 1984. -174 s.
10. Matjuschin A.M. // Materialy I Vserossijskoj konferencii po psihologii"Psihologija segodnia". –M.: RPO. 1986, vup.1. –s.122-1123.
11. Nastasenko V.A. Morfologicheskij analiz – metod sinteza tusjach izobretenij. -K.: Tehnika, 1994, -44 s.
12. Patent Russia Federation of invention № 2134184. MPK B23 F 21/16. Smennaja reguschaja plastina. Request № 98100805/08 out 15.01.98. Avt. of invention. Nastasenko V.A //BI 1999. № 22 out 10.08.99.

**_RESUME_**

**_V.A Nastasenko, E.V. Nastasenko_**

## *Artificial Intelligence Systems and possibility of their connection with creative thinking processes*

The analysis of the thinking process of a man, as the higher form of his intellectual activity is done in the paper and its creative components are selected out. It is shown that at present interpretation of creation in native philosophy, pedagogic and psychology does not fully disclose its nature and contains a number of signs which are difficult to formalize but which are necessary for developing a system of artificial intelligence.

As the task of developing the systems of artificial intelligence with a high level of creative possibilities (creativity), is important and urgent for science and engineering, the search of new solutions which make up the basis of the work being done is necessary. Its main objective is to substantiate the principles of thinking as the process of creative analysis and synthesis of new solutions with the further realization the creative possibilities in the system of artificial intelligence. The scientific novelty of the work being done consists in a new systematic approach of the development of given principles.

The substantiation of the principle possibility of developing the given problem taking into account modern achievements in the given of scientific knowledge, allowed to single out component elements in interpreting of creativity, a the process of the highest mental activity of an individual. It was found out, in particular, that creative work is the process of creating something new which does not obviously and evidently results from something known before. At thus the signs of novelty and non-obviousness of the process of creativity can be formalized in the system of artificial intelligence.

Within the frames of nonobviousness elements A and B must give some «supersummer» effect which does not automatically results from their addition that is in argument with strict principles of inventive work regulated by the rules of invention. By doing this it was taken into account that inventive work exactly has to do with the highest kinds of creative activity of an individual, that's why its realization in the systems of artificial creative activity allows to recognize similar systems, as the development of artificial intelligence of high level of creativity.

The paper suggests schematic presentation of the creative ($CT^{+}$) and uncreative ($CT^{0}$) thinking, which allows to make a conclusion that than farther objects A and B from each other according to their properties and signs, and the more polar they will be, the higher the level of creation and nonobviousness of general solutions will be. It must be taken into account

in developing systems of artificial intelligence. Adding at least one new element to objects A and B widens the possibilities for the field of creative thinking still more.

A new diagram of choosing creative solutions for the systems of artificial intelligence was given on this basis. The method of morphological analysis and synthesis, allowing to take into account absolutely all possible solution as combinations of morphological signs and their variants was taken initial. But it is labour consuming as for the matrix from $n$ = 10 morphological signs, every one of each has $k_i$ = 10 variants, total number $N$ of possible solutions equals $N = 10^{10}$ combinations.

Using method of morphologic analysis and synthesis as an example for solving inventive problems in the field of developing cuttings plates for cuttings tools, new elements for formalizing the process were singled out, in particular, electric current frequency impulses and their combinations, which can be represented by the combinations of binary codes. Their application excludes the inertia of thinking characteristic of an individual doing creative work providing for highly effective searching of any new technical solutions by formalized way available for realization in the systems of artificial intelligence.

Specific examples are given for the realization of the such approach for cutting plates, on the basis of which general principles and methods are singled out. At thus the search of new solutions can be done in the interval of difference impulse frequency and numeric codes of one and another object and the wider is this range, the more possibilities appear for receiving new original «supersummed» combinations.

Such way of presentation simplifies the process of searching of new creative solutions and its programming for the systems of artificial intelligence. At thus there is no need to consider all possible variants for choosing better solution by matrix combinations as the zone of the best of combinations of combinations of impulses or binary numerical codes can be localized beforehand because it is possible to form requests and get responses in the PC memory and data base. Opposite combinations of frequency impulses and numeric codes can be used for the searching of «phone» solutions which are difficult to find by traditional methods of programming intelligence systems. Cutting plates developed on the basis of numeric codes and frequencies gave “supesummed” effect, characteristic for inventive level related to the creative thinking. These results allow to increase level of intelligence systems developed on the basis of the method suggested.

*Статья поступила в редакцию 04.07.2013.*